

电网邻接矩阵构造

张天野

2019 年 3 月 11 日

1 构造特点

对一个具有 N 条母线的电力系统 $G = (V, E)$, $V = \{1, 2, \dots, N\}$, $E \subset V \times V$, 可构建矩阵 W 表示母线间的连接关系,

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N1} & w_{N2} & \cdots & w_{NN} \end{bmatrix}$$

其中, w_{ij} 表示母线 i 与 j 之间的权重。该矩阵具有如下特点:

- **稀疏性:** 如果母线 i 与母线 j 物理上不直接相邻, 则 $w_{ij} = 0$ 。
- **对称性:** $w_{ij} = w_{ji}$ 。

权重 w_{ij} 的取值方法有以下几种。

2 构造方法

2.1 Adjacency Matrix

$$w_{ij} = 1 \text{ for } (i, j) \in E$$

$$w_{ij} = 0 \text{ for } (i, j) \notin E$$

2.2 Admittance Matrix

Admittance Matrix 记作 Y , $y_{ij} \in Y$ 表示母线 i 与母线 j 之间的连接关系, 可以理解为 y_{ij} 越小连通性越差。

Step 1. 计算母线两两间的 Impedance Z_{ij} 。

$\forall i \neq j, Z_{ij} = R_{ij} + jX_{ij}$. R 表示 Resistance, X 表示 Reactance。

$\forall i = j, Z_{ij}$ 记作 Z_i , $Z_i = \sum_{j=1}^m Z_{ij}$, 表示母线 i 与所有邻接母线的阻抗和以及接地阻抗之和。

Step 2. 计算 Admittance Matrix $Y_{bus} = \frac{1}{Z}$ 。

$$\forall i \neq j, Y_{ij} = \frac{1}{Z_{ij}} = \frac{1}{R_{ij}} - j \frac{1}{X_{ij}}$$

$$\forall i = j, Y_i = \frac{1}{Z_i} = \sum_{j=1}^N \frac{1}{Z_{ij}}.$$

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} Y_1 & Y_{12} & \cdots & Y_{1N} \\ Y_{21} & Y_2 & \cdots & Y_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{N1} & Y_{N2} & \cdots & Y_N \end{bmatrix}$$

Step 3. 计算 Impedance Matrix $Z_{bus} = Y_{bus}^{-1}$ 。

注意 Impedance Matrix Z_{bus} 是 Admittance Matrix Y_{bus} 的逆而不是倒数。实际使用时，一般用 Admittance Matrix 而不用 Impedance Matrix。

2.2.1 Average Power Flow

$w_{ij} = (|P_{ij}| + |P_{ji}|)/2$, P_{ij} 表示母线 i 到 j 的 power flow。

参考文献